

MODELO ESPACIAL – TEMPORAL PARA PREVISÃO DA DEMANDA DE VIAGENS BASEADO EM REDES NEURAIIS, SIG E SENSOREAMENTO REMOTO

André Dantas

Koshi Yamamoto

Instituto Tecnológico de Nagoya – Japão

RESUMO

Este relatório de tese descreve o desenvolvimento de um modelo de previsão de viagens para o planejamento estratégico do transporte urbano. A concepção desse modelo busca incorporar a interação espacial – temporal entre uso do solo e o sistema de transporte como elemento fundamental para quantificar as viagens para cenários futuros. Nesse sentido, pretende-se explorar o potencial das Redes Neurais, dos Sistemas de Informação Geográfica e do Sensoriamento Remoto, esses dois últimos responsáveis pela obtenção e manipulação de dados geográficos – espaciais enquanto o primeiro dedica-se a representar a complexa interação uso do solo – sistema de transporte – viagens.

ABSTRACT

This thesis report describes the elaboration of travel forecast model for strategic planning in urban transportation. The model conception intends to incorporate the spatial – temporal interaction between land use and transportation system as an essential element to quantify trips for future scenarios. In this sense, it is explored Neural Networks to represent such interaction and Geographical Information Systems and Remote Sensing potential to obtain and manipulate geographical – spatial data.

1. INTRODUÇÃO

No contexto do planejamento de uma área urbana, as políticas de transporte devem prioritariamente ser voltadas para atender as necessidades de deslocamento visando a participação em atividades sócio-econômicas. Tais necessidades são quantificadas pela demanda de viagens, que refere-se aos deslocamentos gerados, atraídos e distribuídos por toda a área urbana. Especificamente em relação ao planejamento estratégico, objetiva-se obter as informações necessárias para que planejadores possam identificar futuras necessidades e consequentes melhorias para o sistema de transporte. A previsão de viagens para esse nível de planejamento tem se concentrado em análises voltadas para as macro características dos deslocamentos, considerando portanto um nível maior de agregação de dados e resultados finais (Dickey, 1975).

Neste sentido os modelos de previsão de viagens têm sido largamente utilizados e sobre eles diversas críticas podem ser observadas. Talvez a mais importante seja a própria utilização desses modelos, que são voltados para micro análises em oposição aquelas em horizontes de planejamento estratégico (macro). Ademais, conforme destaca Harris (1996) existe a urgência em dotar esses modelos de uma dimensão realística, que incorpore as condições do mundo real. Rodrigue (1997) aponta ainda para necessidade de representar as interações entre o uso do solo e o sistema de transporte, como única forma de inserir a dinâmica temporal de desenvolvimento urbano. Em oposição, a formulação básica dos modelos tem sido voltada para incorporação de dados sócio-econômicos, que posteriormente são “tratados” estatisticamente através de formulações simplificadoras do fenômeno tão complexo como é o caso do processo de previsão de viagens.

Nesta tese objetiva-se desenvolver um modelo específico para o planejamento estratégico do transporte urbano. Tal modelo deve possibilitar a previsão da demanda de viagens baseando-se na incorporação / representação da dinâmica (espacial – temporal) entre uso do solo e sistema de transporte. Isso se torna possível através da utilização das Redes Neurais (RN), dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e do Sensoriamento Remoto). Através das RN, que são formulações matemáticas formadas por feições paralelas para manipulação permitindo a representação de complexas interações entre dados de entrada – resultados (Dougherty, 1995), pretende-se estabelecer

um processo de “treinamento” considerando “exemplos” que permitirão a generalização, ou seja, prever as viagens entre zonas de áreas urbanas. Por outro lado SIG e SR serão responsáveis pelos dados geográfico – espaciais, que principalmente serão gerados por imagens de satélite e mapas do sistema de transporte.

Este relatório de tese dedica-se a descrição da metodologia de pesquisa a ser empregada e das atividades em andamento. Dessa forma, busca-se iniciar discussões com a comunidade acadêmica e consequente aprimoramento desta pesquisa.

2. METODOLOGIA DE PESQUISA

No desenvolvimento da metodologia de pesquisa, procura-se estabelecer uma estrutura que permita gerar um instrumento de planejamento estratégico e ao mesmo tempo incorpore as interações entre uso do solo – sistema de transporte através de dados geográfico-espaciais na previsão de viagens. Quanto ao caráter estratégico do modelo, torna-se essencial estabelecer uma formulação que gere informações em um nível macro de análise. Busca-se, então, que a previsão da demanda de viagens possibilite ao planejador uma quantificação aproximada dos desejos dos usuários do transporte urbano, sem desprezar a confiabilidade e representatividade das informações. Assim, dedica-se a análises agregadas que considerem sempre a área urbana como um todo, evitando avaliações específicas.

Em relação as interações entre padrões de uso do solo e o sistema de transporte, constata-se que não é uma tarefa simples incorporá-las em uma perspectiva espacial e temporal para a previsão de viagens. Conforme ressalta, Harris (1996), apesar dos esforços em dotar os modelos de variáveis cada vez mais sofisticadas pouco se alcançou em resultados significativos. Entretanto, experiências como a Openshaw (1991), que tem se utilizado da associação das Redes Neurais com o SIG para compreender e analisar a dinâmica urbana, apontam para a possibilidade de representar tais interações através desses instrumentos. Nesse sentido Rodrigue (1997) e Taco *et al.* (1999) também contribuíram de forma significativa para que se passe a analisar o problema da previsão de viagens sob uma perspectiva mais avançada do que os modelos tradicionais. O primeiro através do desenvolvimento de uma modelagem baseada em Redes Neurais para representar a estrutura relacional entre uso do solo e sistema de transporte, enquanto o segundo dedicando-se especificamente a geração da demanda de viagens através do SIG e Sensoriamento Remoto.

No modelo a ser desenvolvido, a previsão da demanda de viagens é concebida a partir da relação uso do solo / sistema de transporte. Assume-se que para uma área urbana, com uma disposição locacional das atividades (representadas pelos padrões de uso do solo), o movimento de pessoas é o resultado da necessidade / desejo em participar dessas atividades. Assim o número de viagens dependerá da intensidade dessas necessidades, refletidas pela ocupação do uso do solo, e pela capacidade / existência do sistema de transporte. Em uma perspectiva evolutiva temporal, a evolução dos padrões de uso do solo e do sistema de transporte refletirá diretamente sobre a previsão de viagens.

Dessa forma, estabelece-se uma metodologia de pesquisa composta por oito fases, conforme apresentado na Figura 1, que são descritas em seguida:

- **Revisão Bibliográfica:** esta fase concentrar-se-á na análise dos conceitos básicos para o desenvolvimento da pesquisa. Especificamente, serão estudados: os modelos de previsão de viagens no contexto do planejamento do transporte urbano; os modelos integrados de uso do solo e transportes, visando identificar características fundamentais para compreender a interação com a demanda de viagens; RN; SIG; e SR;

- Definição da Rede Neural – espacial: pretende-se determinar a estrutura de rede neural que permita prever o número de viagens entre zonas de análise (Macrozonas, Zonas de tráfego, Setores agregados homogêneos, etc), baseando-se em informações sobre o uso do solo e o sistema de transporte. Nesta fase, dedicar-se-á apenas ao estudo da dimensão espacial, ou seja, para uma área urbana sem variações no tempo;
- Definição da Rede Neural – temporal: a partir da estrutura definida na fase anterior buscar-se-á incorporar a dimensão temporal, ou seja, a previsão de viagens estará voltada para uma sequência histórica;
- Concepção da estrutura do SIG: definir-se-á a organização do banco de dados geográfico - espacial – temporal que proporcione condições para que as informações necessárias (mapas de sistema de transporte, padrões de uso do solo e viagens) possam ser posteriormente utilizadas pelo modelo de previsão de viagens. Ademais, pretende-se estabelecer o armazenamento, tratamento e manipulação das informações obtidas através das imagens de satélite;
- Classificação de imagens de satélite: estudar-se-á as técnicas automatizadas através de softwares específicos (ERDAS, ERMAPER, etc) para a definição de padrões de uso do solo;
- Modelo espacial – temporal para previsão de viagens: considerando todos os resultados das fases metodológicas anteriores, pretende-se definir uma concepção do modelo que integre todos os elementos (SIG- RS – RN) para previsão de viagens;
- Estudo de caso – aplicar-se-á o modelo para algumas áreas urbanas visando comprovar a sua eficiência; e
- Análise / Conclusão – considerando os resultados obtidos no estudo de caso e todo o processo de desenvolvimento da tese estabelecer-se-á a análise final seguida de conclusões.

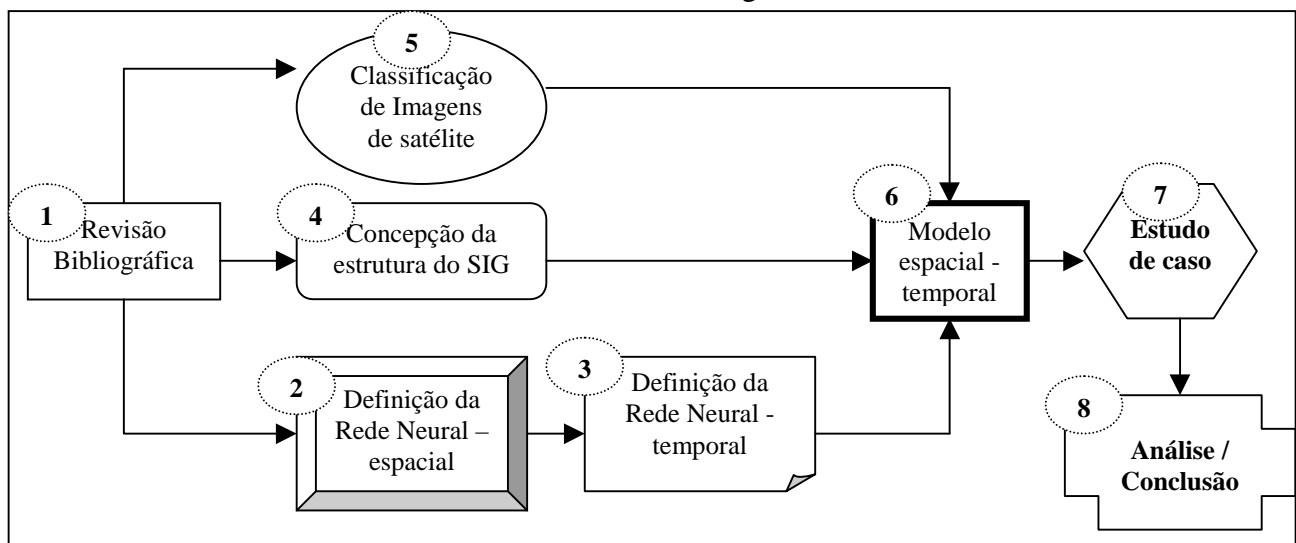


Figura 1: Fases da Metodologia de Pesquisa

3. ESTÁGIO DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Até o presente momento, a pesquisa alcançou a segunda fase metodológica, ou seja, a revisão bibliográfica e a definição da rede neural – espacial estão em andamento. Na primeira fase, especial enfoque tem sido dado a análise dos modelos de planejamento para previsão de demanda de viagens. Especificamente, tem-se buscado analisar as formulações para considerar dinamicamente evoluções do Uso do Solo e sistema de Transporte. Interessa, principalmente, compreender cada vez mais o processo interativo entre esses dois elementos e sua influência na demanda de viagens. Por outro lado, os conceitos básicos e experiências da aplicação das Redes Neurais em Transportes têm sido enfocados.

No desenvolvimento da segunda fase está sendo definida uma concepção preliminar da rede neural. Nela a RN é composta por três camadas (*layers*) conforme apresentado na Figura 2. Na primeira camada, os neurônios de entrada (*input layer*) são divididos em oito categorias: Uso do Solo Residencial (*USR*), Uso do Solo Comercial (*USC*), Uso do Solo Serviços (*USS*), Uso do Solo não construído (*USN*), Sistema de Transporte Rodovias (*STR*), Sistema de Transporte Ônibus (*STO*), Sistema de Transporte Metrô (*STM*), e Sistema de Transporte Trem (*STT*). Tais divisões podem ser subdivididas de acordo com o nível de detalhe que o modelo pretende obter e com a aquisição dos dados geográfico – espaciais. Nos outros dois *layers* estão a camada oculta (*Hidden Layer*) e a camada resultados (*Output Layer*), que referem-se a operações internas da RN e ao resultado (viagens) esperado para as condições de entrada, respectivamente.

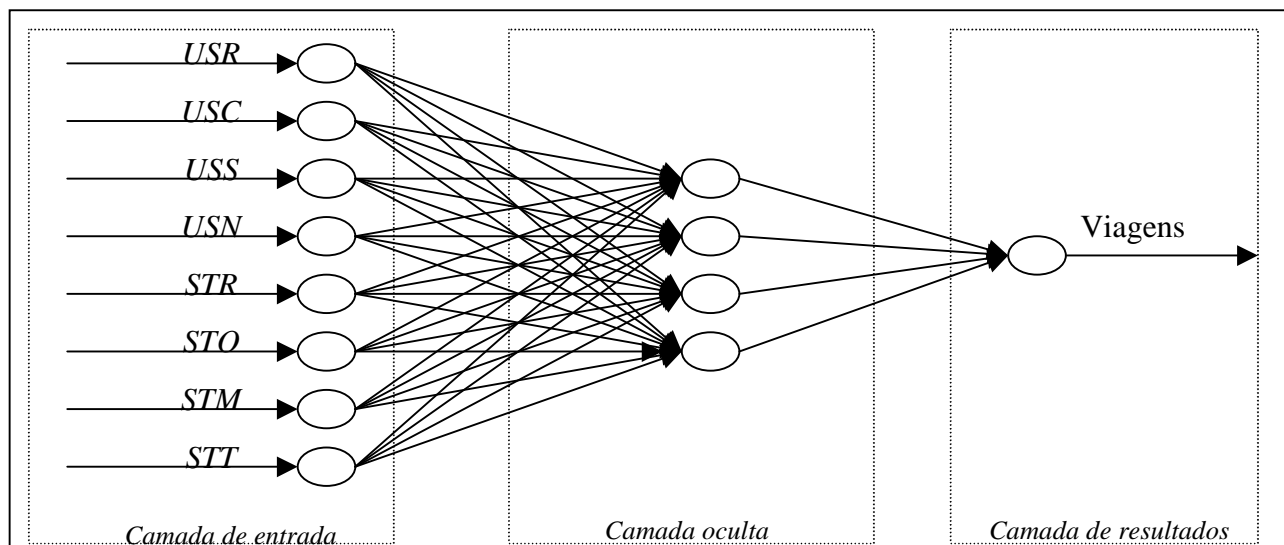


Figura 2: Concepção preliminar da Rede neural para previsão de viagens

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório tratou do desenvolvimento da concepção da metodologia de pesquisa para alcançar-se um modelo de previsão de viagens. Tal modelo caracteriza-se por ser voltado especificamente para o planejamento estratégico do transporte urbano e extrapolar a modelagem tradicional nessa área ao basear-se em variáveis diretamente relacionadas com a representação dos padrões de uso do solo e sistema de transporte. Nesse sentido, no atual estágio de desenvolvimento, a definição dessas variáveis tem sido alvo de enfoque especial, principalmente devido a utilização das RN e dos dados obtidos do SIG e do SR. Assim, testes estão sendo realizados buscando identificar eventuais limitações e perspectivas de melhoria na estrutura estabelecida até agora.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dickey, J. (1975) *Metropolitan Transportation Planning*; McGraw-Hill, pp. 607; Estados Unidos da America do Norte;
- Harris (1996) *Land Use Models in Transportation Planning: a review of past developments and current best practice*; Delaware Valley Regional Planning Commission (http://www.bts.gov/tmip/papers/landuse/compendium/dvrpc_appb.htm).
- Rodrigue, J. P. (1997) *Parallel modelling and Neural Networks: an overview for transportation / land use systems*; Transportation Research C, vol. 5, no. 5, pp. 259-271, Reino Unido.
- Dougherty, M (1995) *A review of Neural Networks applied to Transport*; Transportation Research C, vol. 3, no. 4, pp. 247-260, Great Britain.
- Openshaw (1991) *A concepts –rich approach to spatial analysis, theory generation, and scientific discovery in GIS using massively parallel computing*; pp 123 – 137; Innovations in GIS 1; ed. Michael Workboys; Taylor & Francis; pp. 267;
- Taco, P.W., Yamashita, Y, Moreira, Souza, N, Dantas, A. (1999) *Trip Generation Model: A New Conception Using Remote Sensing and Geographic Information Systems*: Photogrammetrie Fernerkundung Geoinformation (em publicação).